

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **08-277139**
 (43)Date of publication of application : **22.10.1996**

(51)Int.Cl. **C03B 37/027**
G02B 6/17

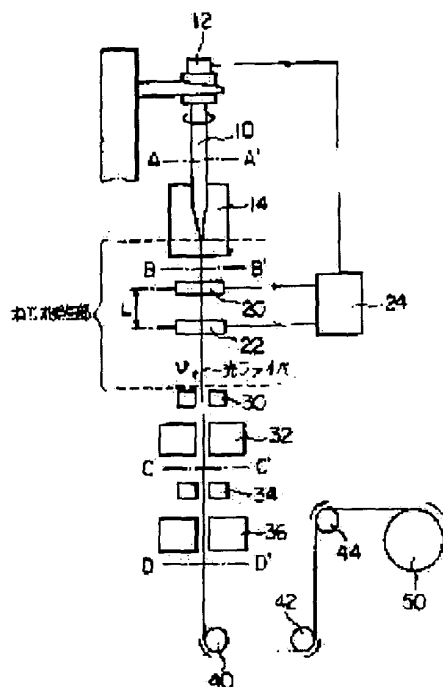
(21)Application number : **07-077807** (71)Applicant : **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**
 (22)Date of filing : **03.04.1995** (72)Inventor : **TAKAGI MASAHIRO**
ONISHI MASASHI
AMAMIYA KOJI
ISHIGURO YOICHI

(54) PRODUCTION OF GLASS FIBER AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for producing a glass fiber capable of surely and easily obtaining a glass fiber having a type in which its width changes according to its measuring direction by drawing the line while adjusting distortion generated on the glass fiber based on the distortion information obtained during the production of the glass fiber.

CONSTITUTION: This glass fiber having the cross sections of approximately the same shape along its longitudinal direction and its width changing according to the measuring direction measured from approximately vertical direction to its longitudinal direction, is obtained by drawing with heating and melting a rod shaped glass base material 10 having its width changing according to the measuring direction measured in approximately the vertical direction to its axial direction. And, during its drawing, the width of the glass fiber transferring in its longitudinal direction is measured by outer diameter measuring devices 20 and 22 to obtain the distortion information of the glass fiber based on the change of these values. Then, based on this distortion information, the distortion in the glass fiber is adjusted by a regulating device 24. As a specific method for adjusting, it is suitable to adjust the rotating speed and direction of the glass base material 10, the rocking speed of guiding rollers 40, 42, 44, etc.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] **25.05.2001**
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the glass fiber which is characterized by providing the following and which has the cross section of an abbreviation same configuration along with a longitudinal direction -- it is -- a longitudinal direction and abbreviation -- the method of manufacturing that from which the width of face measured changes according to the measurement direction from a perpendicular direction The 1st process which carries out wire drawing of the melting glass. The 2nd process which measures the width of face of the aforementioned glass fiber which moves to a longitudinal direction, and searches for the torsion information on the aforementioned glass fiber based on change of measured value during this wire drawing, and the 3rd process which adjusts torsion of the aforementioned glass fiber based on this torsion information.

[Claim 2] a glass base material with the 1st pillar-shaped process of the above -- it is -- shaft orientations and abbreviation -- the manufacture method of the glass fiber according to claim 1 characterized by to be the process which carries out heating fusion and carries out wire drawing of that from which the width of face measured from a perpendicular direction changes according to the measurement direction, and for the 3rd process of the above to be the process which rotates the aforementioned glass base material around the shaft with the rotational speed and the hand of cut according to the aforementioned torsion information

[Claim 3] The 3rd process of the above is the manufacture method of the glass fiber according to claim 1 characterized by being the process which makes a guide idler rock at the rocking speed according to the aforementioned torsion information while guiding a glass fiber by the guide idler which has and rocks the roller side in contact with a glass fiber.

[Claim 4] the longitudinal direction characterized by providing the following -- meeting -- the cross section of an abbreviation same configuration -- having -- a longitudinal direction and abbreviation -- the equipment which manufactures the glass fiber from which the width of face measured changes according to the measurement direction from a perpendicular direction by wire drawing of melting glass The heating means which carries out heating fusion of the pillar-shaped glass base material. A measurement means to measure the width of face of the glass fiber which wire drawing is carried out from the aforementioned glass base material, and is moving to the longitudinal direction. A torsion grant means to make the aforementioned glass fiber produce torsion. The control means which search for the torsion information on a glass fiber based on change of the measured value outputted from the aforementioned measurement means, and control the aforementioned torsion grant means based on this torsion information, and the rolling-up means which rolls round the glass fiber measured by the aforementioned measurement means.

[Claim 5] It is the manufacturing installation of the glass fiber according to claim 4 which the aforementioned measurement means measures the width of face of the aforementioned glass fiber the 1st and 2nd from measurement, and is characterized by the aforementioned control means asking for the amount of torsion and the direction of torsion of the aforementioned glass fiber by comparing change of the measured value measured from [aforementioned / each] measurement.

[Claim 6] It is the manufacturing installation of the glass fiber according to claim 4 characterized by for the aforementioned torsion grant means being a base material rotation means to rotate the aforementioned glass base material around the shaft, and the aforementioned control means rotating the aforementioned glass base material by controlling this base material rotation means with the rotational speed and the hand of cut according to the aforementioned torsion information.

[Claim 7] The aforementioned torsion grant means is the manufacturing installation of the glass fiber according to claim 4 characterized by making the aforementioned control means rock at this guide idler to be guide idler which has and rocks roller side in contact with glass fiber, and corresponding to aforementioned torsion information rocking-speed.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the technology of manufacturing glass fibers, such as an optical fiber, while adjusting the torsion.

[0002]

[Description of the Prior Art] As one of the glass fibers, the plane-of-polarization preservation optical fiber is known from the former. This optical fiber may be used in the state where it wound around the minor diameter reel, as one of the parts for optical fiber type gyroscopes. Degradation of the polarization property in a coil state can be prevented by winding, where a birefringence main shaft is arranged in that case. As an example of this kind of optical fiber, there is a thing of a cross-section non-circle configuration as shown in JP,60-108807,A. This enables it to distinguish the direction of a birefringence main shaft from appearance by considering as a cross-section non-circle configuration, is arranging uniformly the relation between the direction of bending of an optical fiber, and a birefringence main shaft, and rolling it, and prevents degradation of the polarization property generated by bending etc. Such an optical fiber fuses the base material for optical fibers of a cross-section non-circle configuration within a heating furnace, carries out wire drawing and is manufactured by passing resin coating equipment and rolling round the optical fiber of the obtained nakedness in a bobbin through a guide idler etc.

[0003] When the direction the optical fiber by which wire drawing of the place was carried out to the axis of rotation of the guide idler directly under a heating furnace runs is not perpendicular, it joins the optical fiber which torque which twists an optical fiber around the shaft is manufacturing. Thereby, torsion of the circumference of a shaft will arise in an optical fiber. In this case, it becomes very difficult to wind in the shape of a coil, where the rate main shaft of a birefringence is arranged as mentioned above, and the effect which made the cross section the non-circle configuration will fully be demonstrated.

[0004] On the other hand, as shown in a British patent GB2101762A official report or JP,6-171970,A, the base material for optical fibers is rotated, or by making the guide idler of a manufacturing installation rock, torsion is intentionally added to an optical fiber and the method of reducing the polarization mode dispersion is also learned from the former. However, when neither the case where torsion arises to the direction and opposite direction which were meant, nor sufficient amount of torsion is obtained, an original effect will fully be demonstrated.

[0005] Therefore, the technology of measuring torsion added in the case of glass fiber manufacture, adjusting the amount and direction of torsion based on a measurement result, and manufacturing a glass fiber is important.

[0006] Since it asks for the data of the amount of torsion, or the direction of torsion and a manufacturing facility is conventionally adjusted based on this data when a glass fiber is inspected after the completion of manufacture and torsion is discovered, manufacture of a glass fiber is redone. Inspection of a glass fiber is conducted by measurement of an optical property, and observation of the geometric structure of the glass fiber under a microscope.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the conventional method, in order for after manufacture of a glass fiber to measure torsion, when torsion was discovered, the glass fiber manufactured till then became useless, and had become the factor which reduces the manufacture yield. Moreover, it was not necessarily easy to have to repeat manufacture repeatedly, by the time it obtains a desired glass fiber, and to obtain a desired glass fiber.

[0008] this invention was made in view of the above, and aims at offering the method and equipment which can manufacture a desired glass fiber certainly and easily.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned trouble, the manufacture method of the glass fiber of this invention the glass fiber which has the cross section of an abbreviation same configuration along with a longitudinal direction -- it is -- a longitudinal direction and abbreviation -- the width of face measured from a perpendicular direction being the method of manufacturing what changes according to the measurement direction, and with the 1st process which carries out wire drawing of the melting glass The width of face of the glass fiber which moves to a longitudinal direction was measured during wire drawing, and it has the 2nd process which searches for the torsion information on a glass fiber based on change of measured value, and the 3rd process which adjusts torsion of a glass fiber based on this torsion information.

[0010] a glass base material with the 1st pillar-shaped process -- it is -- shaft orientations and abbreviation -- it may be the process which carries out heating fusion and carries out wire drawing of that from which the width of face measured changes

according to the measurement direction from a perpendicular direction, and the 3rd process may be a process which rotates a glass base material around the shaft with the rotational speed and the hand of cut according to torsion information [0011] Moreover, the 3rd process may be a process which makes a guide idler rock at the rocking speed according to torsion information while guiding a glass fiber by the guide idler which has and rocks the roller side in contact with a glass fiber. [0012] Next, the manufacturing installation of the glass fiber of this invention has the cross section of an abbreviation same configuration along with a longitudinal direction. a longitudinal direction and abbreviation -- the width of face measured from a perpendicular direction being equipment which manufactures the glass fiber which changes according to the measurement direction by wire drawing of melting glass, and a pillar-shaped glass base material with the heating means which carries out heating fusion A measurement means to measure the width of face of the glass fiber which wire drawing is carried out from a glass base material, and is moving to the longitudinal direction, A torsion grant means to make a glass fiber produce torsion, and the control means which search for the torsion information on a glass fiber based on change of the measured value outputted from a measurement means, are twisted based on this torsion information, and control a grant means, It has the rolling-up means which rolls round the glass fiber measured by the measurement means.

[0013] The manufacturing installation of this invention may be equipment which asks for the amount of torsion and the direction of torsion of a glass fiber by comparing change of the measured value by which a measurement means measures the width of face of a glass fiber the 1st and 2nd from measurement, and control means were measured from [this / each] measurement.

[0014] Moreover, a torsion grant means may be a base material rotation means to rotate a glass base material around the shaft, and the manufacturing installation of this invention may be equipment made to rotate a glass base material with the rotational speed and the hand of cut according to torsion information, when control means control this base material rotation means.

[0015] Moreover, the manufacturing installation of this invention may be a guide idler to which a torsion grant means has and rocks the roller side in contact with a glass fiber, and may be equipment with which control means are twisted and make this guide idler rock at the rocking speed according to information.

[0016] [Function] the glass fiber manufactured by the manufacture method of this invention -- a longitudinal direction -- meeting -- the cross section of an abbreviation same configuration -- having -- a longitudinal direction and abbreviation -- the width of face measured changes from a perpendicular direction according to the measurement direction For this reason, if the measurement direction is fixed to ** on the other hand, when torsion has arisen on the glass fiber which moves to a longitudinal direction, the measured value of width of face changes in time. Since change of the measured value of width of face corresponds to torsion of a glass fiber, the information about torsion can be found by investigating change of measured value.

[0017] In this invention, since wire drawing of a glass fiber is performed continuously, adjusting torsion which was searched for during manufacture of a glass fiber and which it is twisted and is produced on a glass fiber based on information, the glass fiber to which desired torsion was given, and desired glass fibers, such as a glass fiber which does not have torsion conversely, can be manufactured certainly and easily.

[0018] a pillar-shaped glass base material -- it is -- shaft orientations and abbreviation -- the glass fiber which has the cross-section configuration of this glass base material, and the cross-section configuration of abbreviation similarity when the width of face measured from a perpendicular direction carries out wire drawing of what changes according to the measurement direction, i.e., a longitudinal direction, and abbreviation -- the glass fiber from which the width of face measured changes according to the measurement direction from a perpendicular direction is obtained If a glass base material is rotated around the shaft during wire drawing of a glass fiber, torsion according to rotation of a base material will be given to a glass fiber. The amount of torsion of the glass fiber by which wire drawing will be carried out from a glass base material if it is twisted and the rotational speed and the hand of cut of a glass base material are adjusted based on information calculated at the 2nd process, and the direction of torsion can be adjusted.

[0019] Moreover, if a guide idler is made to rock, carrying out wire drawing of the glass fiber, since a glass fiber will rotate on a roller side, torsion is given to a glass fiber. Moreover, fixed torsion will be given if it maintains leaning a guide idler the degree of simultaneously fixed angle. If the rocking speed of a guide idler is adjusted based on the torsion information searched for at the 2nd process, the amount of torsion and the direction of torsion of a glass fiber can be adjusted.

[0020] Next, since according to the manufacturing installation of the glass fiber of this invention control means are twisted, it is twisted based on information, a grant means is controlled and torsion is adjusted during wire drawing even when torsion of the glass fiber at the time of a wire-drawing start differs from the desired thing, the glass fiber to which desired torsion was given, and desired glass fibers, such as a glass fiber which does not have torsion conversely, can be manufactured certainly and easily.

[0021] When a measurement means is what measures [the 1st and 2nd] the width of face of a glass fiber from measurement, the measured value measured from [each] measurement is inputted into control means, respectively. If time change of two measured value is compared, it can ask not only for the amount of torsion but for the direction of torsion, and control means will perform torsion regulation of a glass fiber accurately based on these information.

[0022] In the thing which control means make rotate a glass base material, torsion arises among the manufacturing installations of this invention on the glass fiber by which wire drawing is carried out from a glass base material according to rotation of a glass base material. Although it depends on the rotational speed and the hand of cut of a glass base material for the amount and direction of torsion which are produced on a glass fiber, since control means are twisted and the rotational speed and the hand of cut of a glass base material are adjusted based on information, torsion produced on a glass fiber is adjusted appropriately.

[0023] Moreover, in what is equipped with a guide idler among the manufacturing installations of this invention, since a glass

fiber will be rolled round rotating on a roller side and will be sent to a means if a guide idler is made to rock, torsion is given to the glass fiber by which wire drawing is carried out from the glass base material. Moreover, fixed torsion will be given if it maintains leaning a guide idler the degree of simultaneously fixed angle. Since control means are twisted and rocking of a guide idler is adjusted based on information, torsion given to a glass fiber is adjusted appropriately.

[0024]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained in detail, referring to an accompanying drawing. In addition, in explanation of a drawing, the same sign is given to the same element, and the overlapping explanation is omitted. Moreover, the rate of a proportion of a drawing is not necessarily in agreement with the thing of explanation.

[0025] In example 1 this example, a cross section manufactures an elliptical optical fiber as a glass fiber. Drawing 1 is the whole block diagram showing the manufacturing installation of the glass fiber of this example. This manufacturing installation was rolled round in a motor 12, a heating furnace 14, the outer-diameter measuring instruments 20 and 22, a control unit 24, guide idlers 40, 42, and 44, and the list, was equipped with the bobbin 50, and is further equipped with the coating dies 30 and 34 and the UV lamps 32 and 36.

[0026] Moreover, drawing 2 (a) - (d) is drawing showing the glass base material 10 and the cross-section configuration of an optical fiber by which wire drawing was carried out, and the cross section with which drawing 2 (a) met the A-A' line of drawing 1, the cross section with which drawing 2 (b) met the B-B' line, the cross section with which drawing 2 (c) met the C-C' line, and drawing 2 (d) are the cross sections which met the D-D' line.

[0027] The glass base material 10 is carrying out structure in which clad surrounded the side peripheral surface of a core, and as shown in drawing 2 (a), it has the elliptical cross section. The length of a major axis is 25mm and the length of a minor axis is 15mm. Such a glass base material can prepare the base material for optical fibers of the shape of an approximate circle pillar produced by general processes, such as the OVD method, the MCVD method, and the rod in tube method, and can produce it by carrying out the grinding of the side of the clad mechanically.

[0028] A motor 12 rotates the glass base material 10 around the shaft. The rotational speed and the hand of cut of a motor 12 are controlled by the control unit 24.

[0029] A heating furnace 14 heats and fuses the nose of cam of the glass base material 10. The outer-diameter measuring instrument 20 arranged under the heating furnace 14 measures the width of face of the optical fiber which is an abbreviation perpendicular and which was seen from ** (it is hereafter called the "measurement direction".) on the other hand to the longitudinal direction of an optical fiber by the ellipsometric method using helium-Ne laser. The value measured is equal to the width of face of the projection of an optical fiber expressed to a flat surface perpendicular to the measurement direction. The above point is the same also about the outer-diameter measuring instrument 22 installed under the outer-diameter measuring instrument 20. The measurement data of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 is sent out to a control unit 24.

[0030] A control unit 24 searches for the torsion information on an optical fiber based on the measurement data of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22, and controls rotation of a motor 12 based on this torsion information.

[0031] The coating dies 30 and 34 cover the ultraviolet-rays hardening type resin (UV resin) of a liquid on an optical fiber front face, and the UV lamps 32 and 36 irradiate ultraviolet rays, and solidify UV resin quickly.

[0032] The rolling-up bobbin 50 rolls round the optical fiber by which wire drawing was carried out from the glass base material at high speed. Guide idlers 40, 42, and 44 guide the optical fiber which rolls each round and moves toward a bobbin 50, and the optical fiber touches the roller side.

[0033] Next, the manufacture method of the glass fiber using the equipment of drawing 1 is explained. In this example, heating fusion of the glass base material 10 is carried out at the temperature of about 2000 degrees C with a heating furnace 14, wire drawing is performed by part for 100m/in wire-drawing speed, and an optical fiber is manufactured. The cross section of the optical fiber by which wire drawing was carried out serves as the cross section of the glass base material 10, and elliptical [of almost similarity], as shown in drawing 2 (b). The length of about 125 micrometers and a minor axis of the length of a major axis is about 75 micrometers.

[0034] the optical fiber by which wire drawing was carried out -- a longitudinal direction -- meeting -- moving -- the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 -- a longitudinal direction -- abbreviation -- width of face is measured from a perpendicular direction

[0035] Next, UV resin of a liquid is covered with the coating die 30 by the optical fiber, and this UV resin is solidified by ultraviolet radiation irradiation of the UV lamp 32. Primary covering is given to a naked optical fiber by this, and the cross section of an optical fiber comes to be shown to drawing 2 (c). Since the resin covered with the coating die 30 by the optical fiber is a liquid, the cross section of the optical fiber after covering becomes a round shape mostly with the surface tension of a resin.

[0036] Then, secondary covering by UV resin is given to an optical fiber with the coating die 34 and the UV lamp 36. Thereby, the cross section of an optical fiber serves as a round shape with a diameter of about 250 micrometers, as shown in drawing 2 (d).

[0037] The optical fiber covered secondarily is rolled round through guide idlers 40, 42, and 44, and is rolled round with a bobbin 50.

[0038] Generally, at the wire-drawing process of a glass fiber, torsion may arise on a glass fiber. For example, in the manufacturing installation of drawing 1, the case where the axis of rotation of a guide idler 40 does not have the move direction and perpendicular of an optical fiber according to the error of arrangement of a guide idler 40 may arise. In this case, an optical fiber will be rolled round rolling on the roller side of a guide idler 40, and will be sent to a bobbin 50 side. Thereby, torque which

twists an optical fiber around the shaft joins an optical fiber.

[0039] Since the front face has hardened the optical fiber after UV resin was covered, most torsion is not given. Therefore, as shown in drawing 1, torsion occurs in a comparatively soft state until the optical fiber by which wire drawing was carried out from the glass base material 10 passes the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 and results in the coating die 30.

[0040] The manufacturing installation of this example measures torsion of an optical fiber using the outer-diameter measuring instruments 20 and 22, and manufactures the optical fiber which an optical fiber without torsion or desired torsion produced by from which it was obtained] being twisted and rotating the glass base material 10 appropriately based on information.

[0041] The measuring method of torsion by the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 is explained. the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 -- respectively -- the width of face of an optical fiber -- a longitudinal direction and abbreviation -- it has measured continuously from a perpendicular direction and the data of the measured value by each measuring instrument are sent out to a control unit 24, respectively The optical fiber has the elliptical cross section, as the torsion generating section is shown in drawing 2 (b), and the width of face changes according to the direction to measure. Therefore, when torsion has arisen in the optical fiber, the measured value of the width of face by the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 changes in time according to torsion. A control unit 24 searches for the information about torsion of an optical fiber by comparing time change of two measured value.

[0042] Drawing 3 is drawing showing the relation between the sense of an optical fiber, and the measurement direction of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22. In drawing 3, the arrows 62 and 65 of a solid line are the measurement directions of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22, respectively. The sign 60 shows the dotted line perpendicular to the measurement direction 62 through the center of the ellipse 68 which is the cross section of an optical fiber. Moreover, a dotted line 61 is the major axis of an ellipse 68. The angle theta which a dotted line 60 and a dotted line 61 make can prescribe the sense of an ellipse 68. It is parallel to an arrow 62 and the interval D1 of two alternate long and short dash lines 63 and 64 which touch the periphery of an ellipse 68 is the measured value of the outer-diameter measuring instrument 20. Moreover, it is parallel to an arrow 65 and the interval D2 of two alternate long and short dash lines 66 and 67 which touch the periphery of an ellipse 68 is the measured value of the outer-diameter measuring instrument 22. 65 is making the angle of the measurement directions 62 and phi of two outer-diameter measuring instruments. phi is set as angles other than 90 degree xn (n is an integer).

[0043] Here, the parameter which specifies torsion of an optical fiber is explained. When the arbitrary points P0 on the shaft of an optical fiber and the point P1 on the shaft which only predetermined distance separated from this P0 along with the longitudinal direction are considered, the angles theta and P1 of an optical fiber cross section perpendicular to a longitudinal direction are included including P0, and a difference with the angle theta of an optical fiber cross section perpendicular to a longitudinal direction is the "torsion angle" of the optical fiber between P0 and P1. When a torsion angle is 360 degrees, the optical fiber will rotate one time between P0 and P1. "The amount of torsion" is defined by the torsion angle per unit length of an optical fiber.

[0044] Below, as shown in drawing 1, the interval of the fiber longitudinal direction of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 is expressed with L, and v expresses the wire-drawing speed of an optical fiber. Specifically, the interval L of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 shows the interval of the irradiation position of each inspection laser beam of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22.

[0045] As arranging two outer-diameter measuring instruments in the same position is physically shown in eye an impossible hatchet and drawing 1, the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 are arranged in a different position (different height) along with a longitudinal direction. For this reason, a difference arises at the time measured by the outer-diameter measuring instrument whose width of face of one place with an optical fiber is two. this time difference -- an amendment -- time change of measured value when the outer-diameter measuring instrument 22 has been arranged at the same height as the outer-diameter measuring instrument 20 and measures the width of face of an optical fiber by things can be obtained

[0046] Since the time difference by which the same part is measured with two outer-diameter measuring instruments is L/v when measured value of the width of face detected by each of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22 in a certain time t is set to D1 (t) and D2 (t), the measured value of width of face in case the outer-diameter measuring instrument 22 has been arranged at the same height as the outer-diameter measuring instrument 20 is expressed with D2 (t-L/v).

[0047] Drawing 4 is a graph which shows time change of the measured value (outer-diameter output value) of the width of face of an optical fiber. A solid line is the measured value D2 (t-L/v) of the outer-diameter measuring instrument 22 with which the measured value D1 of the outer-diameter measuring instrument 20 (t) and the alternate long and short dash line rectified the measured value D2 of the outer-diameter measuring instrument 22 (t), and the dotted line rectified the time difference.

[0048] As shown in drawing 4, between D1 (t) and D2 (t-L/v), the phase contrast according to the angle phi which the measurement directions 62 and 65 make arises. Since the length of the optical fiber which passes through the irradiation position (it is hereafter called a measuring point) of the inspection light of the outer-diameter measuring instrument 20 at unit time is equal to v when the amount of torsion of an optical fiber is set to alpha, the torsion angle between the ends of the portion which passes the measuring point of the outer-diameter measuring instrument 20 among optical fibers at unit time is expressed with alpha-v. This means that the cross section of the optical fiber which passes this flat surface by wire drawing rotates only the angle of alpha-v around unit time, when the flat surface (this is equal to the space of drawing 3.) which intersects perpendicularly with the shaft of an optical fiber is considered including the measuring point of the outer-diameter measuring instrument 20. Therefore, the phase contrast produced between D1 (t) and D2 (t-L/v) is expressed with phi/(alpha-v).

[0049] In this example, phi= 45 degrees, it is a part for L= 0.3m and v= 100m/, and is L/v= 0.003-minute = 0.18 seconds. Therefore, it is D2(t-L/v) =D2 (t-0.18 seconds). In addition, in case phi and L install the outer-diameter measuring instruments 20

and 22, it can ask for them.

[0050] As shown in the graph of D1 (t) of drawing 4, the measured value of width of face changes from a to b from time $t = 0.0$ before time $t = 2.2$. This means that the angle θ showing the sense of the cross section (ellipse 68 of drawing 3) of an optical fiber changed to 0 to 90 degrees in connection with torsion of an optical fiber. However, it cannot read whether the direction of torsion is a clockwise rotation, or it is a counterclockwise rotation by D1 (t).

[0051] Then, the graph of D2 (t-0.18 seconds) is referred to. Measured value becomes large gradually from time $t = 0.0$, and after reaching Maximum a, measured value becomes small conversely. If it assumes that torsion has arisen counterclockwise and will take that it is $\theta = 0$ into consideration at time $t = 0.0$, the measured value of width of face should become small gradually from time $t = 0.0$, and should reach the minimum value b so that clearly. Therefore, it turns out that torsion of an optical fiber was seen from the direction [which goes in the measurement directions 62-65] 14, i.e., heating furnace, side, and it is generated clockwise.

[0052] When the above is summarized, while the measured value by the outer-diameter measuring instrument 22 is increasing in the time whose measured value of the width of face by the outer-diameter measuring instrument 20 is Maximum a (i.e., when the time fine coefficient of measured value is positive), the direction of torsion is seen from a heating furnace 14 side, and is a clockwise rotation. On the contrary, when the time fine coefficient of the measured value by the outer-diameter measuring instrument 22 is negative, the direction of torsion is seen from a heating furnace side, and is a counterclockwise rotation.

[0053] moreover -- since it is phase contrast ($\phi/(\alpha-v) = 0.11$ seconds, if a part for $v = 100\text{m/s}$ is used $\phi = 45$ degrees from drawing 4 -- the amount of torsion of an optical fiber -- it can be found in $\alpha = \text{about } 245 \text{ degrees}/[m \text{ and }]$

[0054] Based on the measured-value data of the width of face of an optical fiber sent from the outer-diameter measuring instruments 20 and 22, a control unit 24 is twisted by the above-mentioned method, and asks for an amount and the direction of torsion. The amount and direction of torsion which the manufactured optical fiber should have are beforehand inputted into the control unit 24. It is twisted and compare an amount and the direction of torsion, when [that both have a difference] measured with this input data, a control unit 24 sends out a control signal to a motor 12, makes a motor drive, and it rotates the glass base material 10. By rotating the glass base material 10 with a suitable rotational speed and a suitable hand of cut, the optical fiber which a desired amount and torsion of a direction produced will be manufactured.

[0055] When manufacturing an optical fiber without torsion, torsion and the opposite direction which were measured are made to rotate the glass base material 10. Let rotational speed be the speed by which torsion of the same pitch as measured torsion is given to an optical fiber. Torsion given to the optical fiber until now is negated by this, and an optical fiber without torsion comes to be obtained.

[0056] Drawing 5 is a graph which shows the result which was twisted about the portion with a length [of the optical fiber by which wire drawing was carried out a glass base material's 10 rotation front and after rotation, respectively] of 1m, and measured the angle. A dotted line shows the torsion angle before rotation of the glass base material 10, and a solid line shows the torsion angle after rotation of the glass base material 10. A torsion angle is seen from a heating furnace 14 side, and has made the clockwise rotation positive.

[0057] Before rotation, it is twisted along with the longitudinal direction of an optical fiber, the angle is increasing it to alignment mostly, and it is shown that torsion of the circumference of the shaft has arisen in the optical fiber. On the other hand, after rotation is twisted covering a length of 1m, the angle is maintained by about 0, and it is shown that torsion has hardly arisen. Thus, according to the above-mentioned method, regulation of torsion is performed during manufacture of an optical fiber, and an optical fiber without torsion is manufactured easily.

[0058] Moreover, when manufacturing the optical fiber to which desired torsion was given, torsion by rotation of the glass base material 10 can be further given to torsion produced according to the arrangement error of a guide idler, and torsion can be adjusted.

[0059] The direction of torsion saw from the heating furnace 14 side, and was a clockwise rotation, and 1980 degrees, when the amount of torsion put in another way, it tried this invention persons in order to manufacture the optical fiber which torsion of an optical fiber which the cross section is rotating 5.5 times per m produced. After being twisted with this direction of torsion and inputting an amount into a control unit 24, wire drawing of an optical fiber is started. The direction of torsion of the optical fiber produced without rotating the glass base material 10 looked at the control unit 24 from the heating furnace 14 side, and it is a clockwise rotation and controlled the motor 12 to rotate the glass base material 10 per minute 300 times clockwise from the result which asked for the amount of torsion being 1080 degrees, and inputted it as this torsion information and which was twisted and compared information.

[0060] Drawing 6 is drawing showing the result which measured the torsion angle of an optical fiber after rotation of the glass base material 10. Torsion was mostly given to homogeneity covering the overall length, as shown by the solid line, the cross section was rotating about 5.5 times per m, and the thing of an optical fiber acquired for the optical fiber of an optical fiber which desired torsion produced was checked.

[0061] Next, this invention persons inputted new torsion information into the control unit 24, the direction of torsion looked at them from the heating furnace 14 side, and are clockwise rotations and tried to manufacture the optical fiber which torsion of an optical fiber which the cross section is rotating 0.5 times per m produced. In this case, the control unit 24 controlled the motor 12 to rotate the glass base material 10 per minute 300 times counterclockwise.

[0062] In this way, similarly the torsion angle of the manufactured optical fiber is shown in drawing 6. Torsion was mostly given to homogeneity covering the overall length, as shown by the dotted line, the cross section was rotating about 0.5 times per m, and

the thing of an optical fiber acquired for the optical fiber of an optical fiber which desired torsion produced was checked.
 [0063] Thus, since according to the equipment of this example a control unit 24 searches for the torsion information on the optical fiber by which wire drawing was carried out, controls a motor 12 based on this and the hand of cut and rotational speed of the glass base material 10 are adjusted, the amount and direction of torsion which are given to an optical fiber can be adjusted appropriately. Since torsion regulation based on torsion measurement and this measurement result of an optical fiber is performed during wire drawing, the optical fiber to which desired torsion was given can be obtained easily and certainly.

[0064] In addition, although wire drawing of the optical fiber is carried out so that it may have the cross section of the same configuration, usually a little less than 0.5% of change has arisen along with a longitudinal direction to the width of face of the glass fiber which the thing of the same cross-section configuration is not necessarily obtained from the limitation of a manufacturing technology at all, and is measured from a direction perpendicular to a longitudinal direction. Change by the reasons of such manufacture also appears as time change in the output of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22. Although discernment is easy since the time change by the reasons of manufacture is not periodic unlike time change of the measured value by torsion, if the maximum of the width of face of the optical fiber to manufacture is a 1.01 times as many thing as the minimum value, change of the measured value by torsion and change by the reasons of manufacture can be distinguished still more easily.

[0065] If the maximum of width of face carries out wire drawing of the glass base material 10 which is 1.01 or more times of the minimum value, the maximum of width of face can carry out wire drawing of the glass fiber which is 1.01 or more times of the minimum value. If the heating melting temperature of the glass base material 10 is too high, since the cross-section configuration of the optical fiber obtained with surface tension will approach a circle, as for heating temperature, adjusting appropriately is desirable.

[0066] In this example, the maximum of the width of face of the glass base material 10 is 25mm, the minimum value is 15mm, and maximum is about 1.67 times the minimum value, and has become 1.01 or more times. The maximum of the width of face of the optical fiber manufactured by wire drawing of this glass base material 10 is 125 micrometers, the minimum value is 75 micrometers, and maximum is about 1.67 times the minimum value, and has become 1.01 or more times.

[0067] Example 2 drawing 7 is the whole block diagram showing the optical fiber manufacturing installation of this example. The motor 12 made to rotate a glass base material 10 like an example 1 is not formed in the manufacturing installation of this example. The guide idler shown with the sign 46 arranged directly under a heating furnace 14 is a rocking guide idler. This is a guide idler which the roller axis of rotation rocks periodically on 1 flat surface perpendicular to the space of drawing 7.

[0068] Drawing 8 is drawing showing rocking of the rocking guide idler 46, and is the plan seen from the heating furnace 14 side. The axis of rotation of the rocking guide idler 46 is rocked as shown by the arrow 48, and it also rocks rocking guide-idler 46 self in connection with this. This rocking is performed by the eccentric driving gear (not shown) attached in the guide idler 46.

[0069] A control unit 24 searches for the torsion information on an optical fiber based on the measurement data of the outer-diameter measuring instruments 20 and 22, and controls rocking of the rocking guide idler 46 based on this torsion information.

[0070] Using the same glass base material 10 for optical fibers as an example 1, this example also carries out heating fusion of the glass base material 10 at the temperature of about 2000 degrees C with a heating furnace 14, performs wire drawing by part for 100m/in wire-drawing speed, and manufactures an optical fiber. The cross section of the optical fiber by which wire drawing was carried out serves as an ellipse form whose length of about 125 micrometers and a minor axis the length of a major axis is about 75 micrometers. Then, covering according [an optical fiber] to UV resin is given, and the cross section of an optical fiber serves as a round shape with a diameter of about 250 micrometers.

[0071] In this example, wire drawing of an optical fiber is performed making the rocking guide idler 46 rock at the rate of predetermined, and an optical fiber with torsion is manufactured. By rocking of the rocking guide idler 46, since an optical fiber rotates on a roller side, being sent to a guide idler 42, the surrounding torque of the shaft acts on an optical fiber in the torsion generating section. Torsion is given to an optical fiber by this. It depends for the amount of torsion on the rocking speed of the rocking guide idler 46.

[0072] The amount and direction of torsion which the manufactured optical fiber should have are beforehand inputted into the control unit 24, and the rocking guide idler 46 is made to rock at the rocking speed judged to be suitable to give inputted torsion simultaneously with a wire-drawing start. If wire drawing is started, a control unit 24 will be twisted by the same method as an example 1, and will ask for an amount and the direction of torsion. When [that it is twisted and both have a difference in an amount and the direction of torsion as compared with input data] measured, a control unit 24 sends out a control signal to the eccentric driving gear of the rocking guide idler 46, and adjusts rocking speed. Since torsion as input data comes to be given to an optical fiber by this, the optical fiber which desired torsion produced can be obtained certainly.

[0073] As mentioned above, although the example of this invention was explained in detail, this invention is not limited to the above-mentioned example, and various deformation is possible for it. For example, both the glass fiber manufacturing installations of this invention may be equipped with the rocking guide idler of the motor for base material rotation of an example 1, and an example 2.

[0074] Moreover, instead of carrying out wire drawing from a glass base material, an optical fiber may use double crucible process and it may carry out wire drawing from melting glass. in this case, the thing for which the configuration of a nozzle is adjusted -- a longitudinal direction -- abbreviation -- the width of face measured from a perpendicular direction can carry out wire drawing of the glass fiber which changes according to the measurement direction

[0075] Moreover, although it was twisted by using two outer-diameter measuring instruments and being asked not only to an

amount but to the direction of torsion in the example, it is only sufficient using a single outer-diameter measuring instrument to calculate the amount of torsion in many cases. For example, when manufacturing the optical fiber which torsion produced in the predetermined direction with the equipment by which the hand of cut of a glass base material is being fixed, according to the amount of torsion, only control **** is sufficient in rotational speed, and it is not necessary to control a hand of cut according to the direction of torsion. The measured value measured by the outer-diameter measuring instrument shows the periodic change corresponding to torsion, it is twisted with the period and the angle has the fixed relation according to the cross-section configuration of an optical fiber. For example, in the elliptical case of an example, that measured value changes from length [of a major axis] a to a again means that a torsion angle is 180 degrees. It is possible for it to be twisted by using this using a single outer-diameter measuring instrument, and to calculate an amount.

[0076] Moreover, although the optical fiber was manufactured as one of the glass fibers in the example, even if it is glass fibers other than an optical fiber, it is possible to adjust torsion like an example.

[0077]

[Effect of the Invention] As mentioned above, by the manufacture method of the glass fiber of this invention, since wire drawing of a glass fiber is performed adjusting torsion which was searched for during manufacture of a glass fiber and which it is twisted and is produced on a glass fiber based on information, a desired glass fiber can be manufactured certainly and easily, as explained in detail. Thereby, the futility of a glass fiber can also be prevented and the manufacture yield can be raised.

[0078] Moreover, since according to the manufacturing installation of the glass fiber of this invention control means are twisted, it is twisted based on information, a grant means is controlled and torsion is adjusted during wire drawing even when torsion of the glass fiber at the time of a wire-drawing start differs from the desired thing, a desired glass fiber can be manufactured certainly and easily.

[0079] In what is that to which a measurement means measures [the 1st and 2nd] the width of face of a glass fiber from measurement among the manufacturing installations of this invention, since not only the amount of torsion but the direction of torsion can be found and control means perform torsion regulation of a glass fiber accurately based on these information, a desired glass fiber can be manufactured much more certainly.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-277139

(43) 公開日 平成8年(1996)10月22日

(51) Int.Cl.⁶

C 0 3 B 37/027

G 0 2 B 6/17

識別記号

片内整理番号

F I

C 0 3 B 37/027

G 0 2 B 6/16

技術表示箇所

A

3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-77807

(22) 出願日 平成7年(1995)4月3日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 高城 政浩

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 大西 正志

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 雨宮 宏治

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

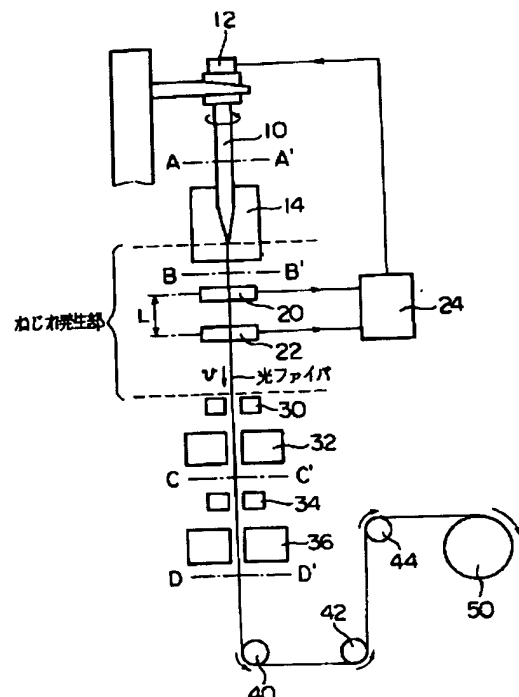
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス繊維の製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【目的】 所望のガラス繊維を確実に容易に製造することのできる方法を提供する。

【構成】 長手方向に沿って略同一形状の断面を有する光ファイバであって長手方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するものを線引すると共に、線引中に長手方向に移動する光ファイバの幅を外径測定器(20及び22)で測定し、制御手段(24)が測定値の変化に基づいて光ファイバのねじれ情報を求め、このねじれ情報に基づいて光ファイバのねじれを調節する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 長手方向に沿って略同一形状の断面を有するガラス繊維であって長手方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するものを製造する方法であって、

熔融ガラスを線引する第1の工程と、

この線引中に長手方向に移動する前記ガラス繊維の幅を測定し、測定値の変化に基づいて前記ガラス繊維のねじれ情報を求める第2の工程と、

このねじれ情報に基づいて前記ガラス繊維のねじれを調節する第3の工程と、

を備えるガラス繊維の製造方法。

【請求項2】 前記第1の工程は、柱状のガラス母材であって軸方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するものを加熱熔融して線引する工程であり、

前記第3の工程は、前記ねじれ情報に応じた回転速度及び回転方向で前記ガラス母材をその軸のまわりに回転させる工程であることを特徴とする請求項1記載のガラス繊維の製造方法。

【請求項3】 前記第3の工程は、ガラス繊維に接触するローラ面を有し揺動するガイドローラでガラス繊維をガイドするとともに、前記ねじれ情報に応じた揺動速度でガイドローラを揺動させる工程であることを特徴とする請求項1記載のガラス繊維の製造方法。

【請求項4】 長手方向に沿って略同一形状の断面を有し、長手方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するガラス繊維を熔融ガラスの線引により製造する装置であって、

柱状のガラス母材を加熱熔融する加熱手段と、

前記ガラス母材から線引され長手方向に移動しているガラス繊維の幅を測定する測定手段と、

前記ガラス繊維にねじれを生じさせるねじれ付与手段と、

前記測定手段から出力される測定値の変化に基づいてガラス繊維のねじれ情報を求め、このねじれ情報に基づいて前記ねじれ付与手段を制御する制御手段と、

前記測定手段により測定されたガラス繊維を巻き取る巻き取り手段と、

を備えるガラス繊維の製造装置。

【請求項5】 前記測定手段は、前記ガラス繊維の幅を第1及び第2の測定方向から測定するものであり、

前記制御手段は、前記各測定方向から測定された測定値の変化を比較することにより前記ガラス繊維のねじれ量及びねじれ方向を求めることを特徴とする請求項4記載のガラス繊維の製造装置。

【請求項6】 前記ねじれ付与手段は、前記ガラス母材をその軸のまわりに回転させる母材回転手段であり、

前記制御手段は、この母材回転手段を制御することにより、前記ねじれ情報に応じた回転速度及び回転方向で前

記ガラス母材を回転させることを特徴とする請求項4記載のガラス繊維の製造装置。

【請求項7】 前記ねじれ付与手段は、ガラス繊維に接触するローラ面を有し揺動するガイドローラであり、前記制御手段は、このガイドローラを前記ねじれ情報に応じた揺動速度で揺動させることを特徴とする請求項4記載のガラス繊維の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバ等のガラス繊維をそのねじれを調節しながら製造する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ガラス繊維の一つとして、従来から偏波面保存光ファイバが知られている。この光ファイバは、光ファイバ型のジャイロスコープ用の部品の一つとして、小径リールに巻いた状態で使用されることがある。

その際、複屈折主軸を揃えた状態で巻くことで、コイル状態での偏波特性の劣化を防止することができる。この種の光ファイバの一例としては、特開昭60-108807号公報に示されるような断面非円形状のものがあ

る。これは、断面非円形状とすることで外観から複屈折主軸の方向を判別できるようにし、光ファイバの曲げ方向と複屈折主軸との関係を一定に揃えて巻くことで、曲げ等により発生する偏波特性の劣化を防止するものである。このような光ファイバは、断面非円形状の光ファイバ用母材を加熱炉内で熔融して線引し、得られた裸の光ファイバを樹脂コーティング装置を通過させ、ガイドローラ等を介してポピンに巻き取ることで製造される。

【0003】 ところが、例えば、加熱炉直下のガイドローラの回転軸と線引された光ファイバが走行する方向とが垂直でない場合には、光ファイバをその軸のまわりにねじめるようなトルクが製造中の光ファイバに加わる。これにより、光ファイバには軸まわりのねじれが生じてしまう。この場合、上記のように複屈折率主軸を揃えた状態でコイル状に巻くことが非常に困難となり、断面を非円形状にした効果が十分に発揮されないことになる。

【0004】 一方、英国特許GB2101762A公報、又は特開平6-171970号公報に示されるように、光ファイバ用母材を回転させる、又は製造装置のガイドローラを揺動させることにより意図的に光ファイバにねじれを加え、その偏波モード分散を低減させる方法も従来から知られている。しかし、意図した方向と逆方向にねじれが生じた場合や十分なねじれ量が得られない場合には、本来の効果が十分に発揮されないことになる。

【0005】 したがって、ガラス繊維製造の際に加わるねじれを測定し、測定結果に基づきねじれの量や方向を調節してガラス繊維を製造する技術は重要である。

【0006】 従来は、製造完了後にガラス繊維の検査を

行い、ねじれが発見された場合はねじれ量やねじれ方向のデータを求め、このデータに基づいて製造設備の調整を行ってからガラス繊維の製造をやり直している。ガラス繊維の検査は、光学特性の測定や顕微鏡によるガラス繊維の幾何学的構造の観察によって行われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の方法では、ねじれを測定するのはガラス繊維の製造後であるため、ねじれが発見された場合、それまで製造したガラス繊維は無駄になってしまい、製造歩留まりを低下させる要因となっていた。また、所望のガラス繊維を得るまでに何度も製造を繰り返さなければならない場合もあり、所望のガラス繊維を得ることは必ずしも容易でなかった。

【0008】本発明は、上記に鑑みなされたもので、所望のガラス繊維を確実かつ容易に製造することのできる方法及び装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決するために、本発明のガラス繊維の製造方法は、長手方向に沿って略同一形状の断面を有するガラス繊維であって長手方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するものを製造する方法であって、熔融ガラスを線引する第1の工程と、線引中に長手方向に移動するガラス繊維の幅を測定し、測定値の変化に基づいてガラス繊維のねじれ情報を求める第2の工程と、このねじれ情報に基づいてガラス繊維のねじれを調節する第3の工程とを備えている。

【0010】第1の工程は、柱状のガラス母材であって軸方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するものを加熱熔融して線引する工程であり、第3の工程は、ねじれ情報に応じた回転速度及び回転方向でガラス母材をその軸のまわりに回転させる工程であっても良い。

【0011】また、第3の工程は、ガラス繊維に接触するローラ面を有し揺動するガイドローラでガラス繊維をガイドするとともに、ねじれ情報に応じた揺動速度でガイドローラを揺動させる工程であってもよい。

【0012】次に、本発明のガラス繊維の製造装置は、長手方向に沿って略同一形状の断面を有し、長手方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するガラス繊維を熔融ガラスの線引により製造する装置であって、柱状のガラス母材を加熱熔融する加熱手段と、ガラス母材から線引され長手方向に移動しているガラス繊維の幅を測定する測定手段と、ガラス繊維にねじれを生じさせるねじれ付手段と、測定手段から出力される測定値の変化に基づいてガラス繊維のねじれ情報を求め、このねじれ情報に基づいてねじれ付手段を制御する制御手段と、測定手段により測定されたガラス繊維を巻き取る巻き取り手段とを備えている。

【0013】本発明の製造装置は、測定手段がガラス繊維の幅を第1及び第2の測定方向から測定するものであり、制御手段がこの各測定方向から測定された測定値の変化を比較することによりガラス繊維のねじれ量及びねじれ方向を求める装置であっても良い。

【0014】また、本発明の製造装置は、ねじれ付手段がガラス母材をその軸のまわりに回転させる母材回転手段であり、制御手段がこの母材回転手段を制御することにより、ねじれ情報に応じた回転速度及び回転方向でガラス母材を回転させる装置であっても良い。

【0015】また、本発明の製造装置は、ねじれ付手段がガラス繊維に接触するローラ面を有し揺動するガイドローラであり、制御手段がこのガイドローラをねじれ情報に応じた揺動速度で揺動させる装置であっても良い。

【0016】

【作用】本発明の製造方法で製造するガラス繊維は、長手方向に沿って略同一形状の断面を有し、長手方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するものである。このため、測定方向を一方に固定すると、長手方向に移動するガラス繊維にねじれが生じている場合には幅の測定値が時間的に変化する。幅の測定値の変化は、ガラス繊維のねじれに対応しているので、測定値の変化を調べることでねじれに関する情報が求まる。

【0017】本発明ではガラス繊維の製造中に求めたねじれ情報に基づいて、ガラス繊維に生じるねじれを調節しながらガラス繊維の線引を継続的に行うので、所望のねじれが付与されたガラス繊維や、逆にねじれないガラス繊維など、所望のガラス繊維を確実かつ容易に製造することができる。

【0018】柱状のガラス母材であって軸方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するものを線引すると、このガラス母材の断面形状と略相似の断面形状を有するガラス繊維、すなわち長手方向と略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するガラス繊維が得られる。ガラス繊維の線引中にガラス母材をその軸のまわりに回転させると、母材の回転に応じたねじれがガラス繊維に付与される。第2工程で求めたねじれ情報に基づいてガラス母材の回転速度や回転方向を調節すれば、ガラス母材から線引されるガラス繊維のねじれ量やねじれ方向を調節することができる。

【0019】また、ガラス繊維を線引しながらガイドローラを揺動させると、ローラ面上でガラス繊維が回転するのでガラス繊維にねじれが付与される。また、ガイドローラをほぼ一定角度傾けたまま維持すると一定のねじれが付与される。第2工程で求めたねじれ情報に基づいてガイドローラの揺動速度を調節すれば、ガラス繊維のねじれ量やねじれ方向を調節することができる。

【0020】次に、本発明のガラス繊維の製造装置によ

れば、線引開始時のガラス繊維のねじれが所望のものと異なっていた場合でも、制御手段がねじれ情報に基づいてねじれ付与手段を制御し、線引中にねじれを調節するので、所望のねじれが付与されたガラス繊維や、逆にねじれないガラス繊維など、所望のガラス繊維を確実に製造することができる。

【0021】測定手段が第1及び第2の測定方向からガラス繊維の幅を測定するものである場合、制御手段には各測定方向から測定された測定値がそれぞれ入力される。二つの測定値の時間変化を比較すれば、ねじれ量だけでなくねじれ方向も求めることができ、制御手段は、これらの情報に基づいてガラス繊維のねじれ調節を適確に行う。

【0022】本発明の製造装置のうち制御手段がガラス母材を回転させるものでは、ガラス母材の回転に応じてガラス母材から線引されるガラス繊維にねじれが生じる。ガラス繊維に生じるねじれの量や方向は、ガラス母材の回転速度や回転方向に依存するが、制御手段がねじれ情報に基づいてガラス母材の回転速度や回転方向を調節するので、ガラス繊維に生じるねじれが適切に調節される。

【0023】また、本発明の製造装置のうちガイドローラを備えるものでは、ガイドローラを揺動させるとガラス繊維はローラ面上で回転しながら巻き取り手段に送られるので、ガラス母材から線引されているガラス繊維にねじれが付与される。また、ガイドローラをほぼ一定角度傾けたまま維持すると一定のねじれが付与される。ガイドローラの揺動は制御手段がねじれ情報に基づいて調節するので、ガラス繊維に付与されるねじれが適切に調節される。

【0024】

【実施例】以下、添付図面を参照しながら本発明の実施例を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は説明のものと必ずしも一致していない。

【0025】実施例1

本実施例では、ガラス繊維として、断面が楕円形状の光ファイバを製造する。図1は、本実施例のガラス繊維の製造装置を示す全体構成図である。この製造装置は、モータ12、加熱炉14、外径測定器20及び22、制御装置24、ガイドローラ40、42及び44、並びに巻き取りボビン50を備え、さらにコーティングダイ30及び34、並びにUVランプ32及び36を備えている。

【0026】また、図2(a)～(d)は、ガラス母材10及び線引された光ファイバの断面形状を示す図であり、図2(a)は図1のA-A'線に沿った断面図、図2(b)はB-B'線に沿った断面図、図2(c)はC-C'線に沿った断面図、図2(d)はD-D'線に沿

った断面図である。

【0027】ガラス母材10は、コアの側周面をクラッドが包囲した構造をしており、図2(a)に示されるように楕円形状の断面を有している。長軸の長さは25mmであり、短軸の長さは15mmである。このようなガラス母材は、OVD法、MCVD法、ロッドインチューブ法などの一般的な製法で作製された略円柱状の光ファイバ用母材を用意し、そのクラッドの側面を機械的に研削することによって作製することができる。

【0028】モータ12はガラス母材10をその軸のまわりに回転させるものである。モータ12の回転速度および回転方向は、制御装置24によって制御される。

【0029】加熱炉14は、ガラス母材10の先端を加熱して溶融するものである。加熱炉14の下方に配置された外径測定器20は、He-Neレーザを利用した偏光法により光ファイバの長手方向に略垂直な一方(以下、「測定方向」と呼ぶ。)から見た光ファイバの幅を測定するものである。測定される値は、測定方向に垂直な平面に表される光ファイバの射影の幅に等しい。以上の点は、外径測定器20の下方に設置された外径測定器22についても同様である。外径測定器20及び22の測定データは、制御装置24に送出される。

【0030】制御装置24は、外径測定器20及び22の測定データに基づいて光ファイバのねじれ情報を求め、このねじれ情報に基づいてモータ12の回転を制御する。

【0031】コーティングダイ30及び34は、液体状の紫外線硬化型樹脂(UV樹脂)を光ファイバ表面に被覆するものであり、UVランプ32及び36は、紫外線を照射してUV樹脂を素早く固化させるものである。

【0032】巻き取りボビン50は、ガラス母材から線引された光ファイバを高速で巻き取るものである。ガイドローラ40、42及び44は、いずれも巻き取りボビン50に向かって移動する光ファイバをガイドするもので、そのローラ面に光ファイバが接触している。

【0033】次に、図1の装置を用いたガラス繊維の製造方法を説明する。本実施例では、ガラス母材10を加熱炉14により約2000℃の温度で加熱溶融し、線引速度100m/分で線引を行って光ファイバを製造する。線引された光ファイバの断面は、図2(b)に示されるようにガラス母材10の断面とほぼ相似の楕円形状となる。長軸の長さは約125μm、短軸の長さは約75μmである。

【0034】線引された光ファイバは長手方向に沿って移動し、外径測定器20及び22によって長手方向に略垂直な方向から幅を測定される。

【0035】次に、光ファイバにはコーティングダイ30で液体状のUV樹脂が被覆され、このUV樹脂はUVランプ32の紫外光照射により固化される。これによって、裸の光ファイバに一次被覆が施され、光ファイバの

断面は図2(c)に示されるようになる。コーティングダイ30により光ファイバに被覆される樹脂は液体状であるため、樹脂の表面張力により被覆後の光ファイバの断面はほぼ円形になる。

【0036】続いて、光ファイバには、コーティングダイ34及びUVランプ36によってUV樹脂による二次被覆が施される。これにより、光ファイバの断面は、図2(d)に示されるように直径約 $250\mu\text{m}$ の円形となる。

【0037】二次被覆された光ファイバは、ガイドローラ40、42及び44を介して巻き取りボビン50により巻き取られる。

【0038】一般的に、ガラス繊維の線引工程では、ガラス繊維にねじれが生じてしまうことがある。例えば、図1の製造装置において、ガイドローラ40の配置の誤差によりガイドローラ40の回転軸が光ファイバの移動方向と垂直になっていない場合が生じる。この場合、光ファイバはガイドローラ40のローラ面上で転がりながら巻き取りボビン50側に送られることになる。これにより、光ファイバをその軸のまわりにねじるようなトルクが光ファイバに加わる。

【0039】UV樹脂が被覆された後の光ファイバは、その表面が硬化しているため、ねじれは殆ど付与されない。従って、図1に示すように、ガラス母材10から線引された光ファイバが外径測定器20及び22を通過してコーティングダイ30に至るまでの比較的軟らかい状態のときにねじれが発生する。

【0040】本実施例の製造装置は、光ファイバのねじれを外径測定器20及び22を用いて測定し、得られたねじれ情報に基づいてガラス母材10を適切に回転させることにより、ねじれない光ファイバ又は所望のねじれが生じた光ファイバを製造する。

【0041】外径測定器20及び22によるねじれの測定方法を説明する。外径測定器20及び22は、それぞれ光ファイバの幅を長手方向と略垂直な方向から継続的に測定しており、各測定器による測定値のデータはそれぞれ制御装置24に送出される。ねじれ発生部において光ファイバは、図2(b)に示すように楕円形状の断面を有しており、その幅は測定する方向に応じて変化する。したがって、光ファイバにねじれが生じている場合には、外径測定器20及び22による幅の測定値はねじれに応じて時間的に変化する。制御装置24は、二つの測定値の時間変化を比較することにより光ファイバのねじれに関する情報を求める。

【0042】図3は、光ファイバの向きと外径測定器20、22の測定方向との関係を示す図である。図3において、実線の矢印62、65は、それぞれ外径測定器20、22の測定方向である。符号60は、光ファイバの断面である楕円68の中心を通り測定方向62に垂直な点線を示している。また、点線61は楕円68の長軸で

ある。楕円68の向きは点線60と点線61とがなす角度 θ で規定することができる。矢印62に平行で楕円68の外周と接する二つの一点鎖線63、64の間隔D1が、外径測定器20の測定値である。また、矢印65に平行で楕円68の外周と接する二つの一点鎖線66、67の間隔D2が、外径測定器22の測定値である。二つの外径測定器の測定方向62と65とは ϕ の角度をなしている。 ϕ は、 $90^\circ \times n$ (n は整数) 以外の角度に設定されている。

【0043】ここで、光ファイバのねじれを規定するパラメータについて説明する。光ファイバの軸上の任意の点P0と、このP0から長手方向に沿って所定距離だけ離れた軸上の点P1とを考えたとき、P0を含み長手方向に垂直な光ファイバ断面の角度 θ とP1を含み長手方向に垂直な光ファイバ断面の角度 θ との差が、P0とP1との間における光ファイバの「ねじれ角度」である。ねじれ角度が 360° のときは、P0とP1との間で光ファイバが1回転していることになる。「ねじれ量」は、光ファイバの単位長さあたりのねじれ角度で定義される。

【0044】以下では、図1に示されるように、外径測定器20及び22のファイバ長手方向の間隔をLで表し、光ファイバの線引速度をvで表す。外径測定器20及び22の間隔Lは、具体的には、外径測定器20及び22の各検査レーザ光の照射位置の間隔を示すものである。

【0045】同一の位置に二つの外径測定器を配置することは物理的に不可能なため、図1に示すように、外径測定器20及び22は長手方向に沿って異なる位置(異なる高さ)に配置されている。このため、光ファイバのある一箇所の幅が二つの外径測定器に測定される時刻には差が生じる。この時刻差を補正することで、外径測定器22が外径測定器20と同一の高さに配置されて光ファイバの幅を測定したときの測定値の時間変化を得ることができる。

【0046】ある時刻tにおいて外径測定器20、22のそれぞれで検出される幅の測定値をD1(t)とD2(t)とすると、二つの外径測定器により同一箇所が測定される時間差は L/v であるから、外径測定器22が外径測定器20と同一の高さに配置された場合の幅の測定値は、 $D2(t - L/v)$ で表される。

【0047】図4は、光ファイバの幅の測定値(外径出力値)の時間変化を示すグラフである。実線は外径測定器20の測定値D1(t)、一点鎖線は外径測定器22の測定値D2(t)、点線は時刻差を補正した外径測定器22の測定値 $D2(t - L/v)$ である。

【0048】図4に示されるように、D1(t)とD2(t - L/v)との間には、測定方向62と65とがなす角度 ϕ に応じた位相差が生じる。光ファイバのねじれ量を α とすると、外径測定器20の検査光の照射位置

(以下、測定位置と呼ぶ)を単位時間に通過する光ファイバの長さ v に等しいから、光ファイバのうち外径測定器 20 の測定位置を単位時間に通過する部分の両端間におけるねじれ角度は $\alpha \cdot v$ で表される。これは、外径測定器 20 の測定位置を含み、光ファイバの軸と直交する平面(これは、図 3 の紙面に等しい。)を考えた場合、線引によりこの平面を通過する光ファイバの断面が単位時間あたり $\alpha \cdot v$ の角度だけ回転することを意味する。したがって、 $D1(t)$ と $D2(t-L/v)$ との間に生じる位相差は、 $\phi/(\alpha \cdot v)$ で表される。

【0049】本実施例では、 $\phi=45$ 度、 $L=0.3$ m、 $v=100$ m/分であり、 $L/v=0.003$ 分=0.18 秒である。従って、 $D2(t-L/v)=D2(t-0.18$ 秒)である。なお、 ϕ 及び L は外径測定器 20 及び 22 を設置する際に求めておくことができる。

【0050】図 4 の $D1(t)$ のグラフに示されるように、時刻 $t=0.0$ から時刻 $t=2.2$ までの間、幅の測定値は a から b まで変化する。これは、光ファイバのねじれに伴い、光ファイバの断面(図 3 の楕円 68)の向きを表す角度 θ が、0 から 90 度まで変化したことを意味する。しかしながら、 $D1(t)$ だけでは、ねじれ

の方向が時計回りであるか反時計回りであるかを読み取ることにはできない。

【0051】そこで、 $D2(t-0.18$ 秒)のグラフを参照する。時刻 $t=0.0$ から徐々に測定値が大きくなり、最大値 a に達してからは逆に測定値は小さくなる。ねじれが反時計回りに生じていると仮定すると、時刻 $t=0.0$ で $\theta=0$ であることを考慮すれば明らかに、幅の測定値は時刻 $t=0.0$ から徐々に小さくなって最小値 b に達するはずである。したがって、光ファイバのねじれは、測定方向 62 から 65 へ向かう方向、すなわち加熱炉 14 側から見て時計回りに生じていることが分かる。

【0052】以上をまとめると、外径測定器 20 による幅の測定値が最大値 a である時刻において、外径測定器 22 による測定値が増加の傾向にあるとき、すなわち測定値の時間微係数が正であるときは、ねじれ方向は加熱炉 14 側から見て時計回りである。逆に、外径測定器 22 による測定値の時間微係数が負であるときは、ねじれ

方向は加熱炉側から見て反時計回りである。

【0053】また、図 4 から、位相差 $(\phi/(\alpha \cdot v))=0.11$ 秒であるから、 $\phi=45$ 度、 $v=100$ m/分を用いると、光ファイバのねじれ量 α =約 24 5 度/mと求まる。

【0054】制御装置 24 は、外径測定器 20 及び 22 から送られる光ファイバの幅の測定値データに基づいて、上記の方法によりねじれ量とねじれ方向を求める。制御装置 24 には、製造された光ファイバが有すべきねじれの量及び方向が予め入力されている。制御装置 24

は、この入力データと測定されたねじれ量及びねじれ方向とを比較し、両者に違いがある場合にはモータ 12 に制御信号を送出してモータを駆動させ、ガラス母材 10 を回転させる。適切な回転速度及び回転方向でガラス母材 10 を回転させることにより、所望の量及び方向のねじれが生じた光ファイバが製造されることになる。

【0055】ねじれない光ファイバを製造する場合には、測定されたねじれと逆方向にガラス母材 10 を回転させる。回転速度は、測定されたねじれと同じピッチのねじれが光ファイバに付与されるような速度とする。これにより、これまで光ファイバに付与されていたねじれが打ち消され、ねじれない光ファイバが得られるようになる。

【0056】図 5 は、ガラス母材 10 の回転前と回転後においてそれぞれ線引された光ファイバの 1 m の長さの部分についてねじれ角度を測定した結果を示すグラフである。点線は、ガラス母材 10 の回転前のねじれ角度を示すものであり、実線は、ガラス母材 10 の回転後のねじれ角度を示すものである。ねじれ角度は、加熱炉 14 側から見て時計回りを正としてある。

【0057】回転前は、光ファイバの長手方向に沿ってねじれ角度がほぼ線形に増加しており、光ファイバにその軸まわりのねじれが生じていることが示されている。これに対し、回転後は、1 m の長さにわたってねじれ角度がほぼ 0 に維持されており、ねじれが殆ど生じていないことが示されている。このように、上記の方法によれば、光ファイバの製造中にねじれの調節が行われ、ねじれない光ファイバが容易に製造される。

【0058】また、所望のねじれが付与された光ファイバを製造する場合には、ガイドローラの配置誤差により生じるねじれに、ガラス母材 10 の回転によるねじれをさらに付与してねじれを調節することができる。

【0059】本発明者らは、ねじれ方向が加熱炉 14 側から見て時計まわりであり、ねじれ量が 1980 度、言い換えれば光ファイバの 1 m あたり断面が 5.5 回転しているようなねじれが生じた光ファイバを製造しようと試みた。このねじれ方向とねじれ量を制御装置 24 に入力してから、光ファイバの線引を開始する。制御装置 24 は、ガラス母材 10 を回転させずに生じる光ファイバのねじれ方向が加熱炉 14 側から見て時計まわりであり、ねじれ量が 1080 度であることを求め、このねじれ情報と入力したねじれ情報とを比較した結果からガラス母材 10 を時計まわりに毎分 300 回転させるようにモータ 12 を制御した。

【0060】図 6 は、光ファイバのねじれ角度をガラス母材 10 の回転後に測定した結果を示す図である。光ファイバのほぼ全長にわたり均一にねじれが付与され、実線で示されるように光ファイバの 1 m あたり断面が約 5.5 回転しており、所望のねじれが生じた光ファイバが得られていることが確認された。

【0061】次に、本発明者らは、新たなねじれ情報を制御装置24に入力して、ねじれ方向が加熱炉14側から見て時計まわりであり、光ファイバの1mあたり断面が0.5回転しているようなねじれが生じた光ファイバを製造しようと試みた。この場合、制御装置24は、ガラス母材10を反時計まわりに毎分300回転させるようにモータ12を制御した。

【0062】こうして製造された光ファイバのねじれ角度を、同じく図6に示す。光ファイバのほぼ全長にわたり均一にねじれが付与され、点線で示されるように光ファイバの1mあたり断面が約0.5回転しており、所望のねじれが生じた光ファイバが得られていることが確認された。

【0063】このように、本実施例の装置によれば、制御装置24が線引された光ファイバのねじれ情報を求め、これに基づいてモータ12を制御してガラス母材10の回転方向と回転速度を調節するので、光ファイバに付与されるねじれの量や方向を適切に調節することができる。光ファイバのねじれ測定とこの測定結果に基づくねじれ調節は線引中に行われるので、所望のねじれが付与された光ファイバを容易かつ確実に得ることができる。

【0064】なお、光ファイバは同一形状の断面を有するように線引されるが、製造技術の限界から全く同一の断面形状のものが得られるわけではなく、長手方向に垂直な方向から測定されるガラス繊維の幅に長手方向に沿って0.5%弱の変動が生じているのが普通である。このような製造上の理由による変動も、外径測定器20及び22の出力に時間変化として現れる。製造上の理由による時間変化は、ねじれによる測定値の時間変化と異なり周期的ではないので識別は容易であるが、製造する光ファイバの幅の最大値が最小値の1.01倍のものであればねじれによる測定値の変化と製造上の理由による変化とを一層容易に区別することができる。

【0065】幅の最大値が最小値の1.01倍以上であるガラス母材10を線引すれば、幅の最大値が最小値の1.01倍以上であるガラス繊維を線引することができる。ガラス母材10の加熱熔融温度が高すぎると、表面張力により得られる光ファイバの断面形状が円に近付いてしまうので、加熱温度は適切に調整しておくことが好ましい。

【0066】本実施例では、ガラス母材10の幅の最大値は2.5mm、最小値は1.5mmであり、最大値は最小値の約1.67倍であって1.01倍以上となっている。このガラス母材10の線引により製造した光ファイバの幅の最大値は125μm、最小値は75μmであり、最大値は最小値の約1.67倍であって1.01倍以上となっている。

【0067】実施例2

図7は、本実施例の光ファイバ製造装置を示す全体構成

図である。本実施例の製造装置には、実施例1のようなガラス母材10を回転させるモータ12は設けられていない。加熱炉14の直下に配置された符号46で示されるガイドローラは、揺動ガイドローラである。これは、図7の紙面に垂直な一平面上でローラ回転軸が周期的に揺動するガイドローラである。

【0068】図8は、揺動ガイドローラ46の揺動を示す図であって、加熱炉14側から見た平面図である。揺動ガイドローラ46の回転軸は矢印48で示されるように揺動し、これに伴って揺動ガイドローラ46自身も揺動する。この揺動は、ガイドローラ46に取り付けられた偏心駆動装置（図示せず）によって行われる。

【0069】制御装置24は、外径測定器20及び22の測定データに基づいて光ファイバのねじれ情報を求め、このねじれ情報に基づいて揺動ガイドローラ46の揺動を制御する。

【0070】本実施例でも、実施例1と同様の光ファイバ用ガラス母材10を用い、ガラス母材10を加熱炉14により約2000℃の温度で加熱熔融し、線引速度100m/分で線引を行って光ファイバを製造する。線引された光ファイバの断面は、長軸の長さが約125μm、短軸の長さが約75μmの楕円形となる。この後、光ファイバは、UV樹脂による被覆が施され、光ファイバの断面は直径約250μmの円形となる。

【0071】本実施例では、揺動ガイドローラ46を所定の速度で揺動させながら光ファイバの線引を行って、ねじれのある光ファイバを製造する。揺動ガイドローラ46の揺動により、光ファイバはガイドローラ42に送られながらローラ面上で回転するため、ねじれ発生部において光ファイバにその軸のまわりのトルクが作用する。これによって、光ファイバにねじれが付与される。ねじれ量は、揺動ガイドローラ46の揺動速度に依存する。

【0072】制御装置24には、製造された光ファイバが有すべきねじれの量及び方向が予め入力されており、線引開始と同時に、入力されたねじれを付与するのに適当と判断される揺動速度で揺動ガイドローラ46を揺動させる。線引が開始されると、制御装置24は、実施例1と同様の方法によりねじれ量とねじれ方向を求める。制御装置24は、測定されたねじれ量及びねじれ方向を入力データと比較し、両者に違いがある場合には、揺動ガイドローラ46の偏心駆動装置に制御信号を送出して揺動速度を調節する。これによって光ファイバに入力データ通りのねじれが付与されるようになるので、所望のねじれが生じた光ファイバを確実に得ることができる。

【0073】以上、本発明の実施例を詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、本発明のガラス繊維製造装置は、実施例1の母材回転用モータと実施例2の揺動ガイドローラをとともに備えるものであっても良い。

【0074】また、光ファイバはガラス母材から線引する代わりに、二重つぼ法を用いて熔融ガラスから線引しても良い。この場合、ノズルの形状を調節することで、長手方向に略垂直な方向から測定される幅が測定方向に応じて変化するガラス繊維を線引することができる。

【0075】また、実施例では、二つの外径測定器を用いることでねじれ量のみならずねじれ方向まで求めたが、単一の外径測定器を用い、ねじれ量を求めるだけで足りる場合も多い。例えば、ガラス母材の回転方向が固定されている装置により所定方向にねじれの生じた光ファイバを製造する場合は、ねじれ量に応じて回転速度を制御すだけで足り、ねじれ方向に応じて回転方向を制御する必要はない。外径測定器により測定される測定値はねじれに対応した周期的な変化を示し、その周期とねじれ角度とは光ファイバの断面形状に応じた一定の関係を有している。例えば、実施例の楕円形状の場合、測定値が長軸の長さ a から再び a まで変化することは、ねじれ角度が 180 度であることを意味する。これを利用することで、単一の外径測定器を用いてねじれ量を求めることは可能である。

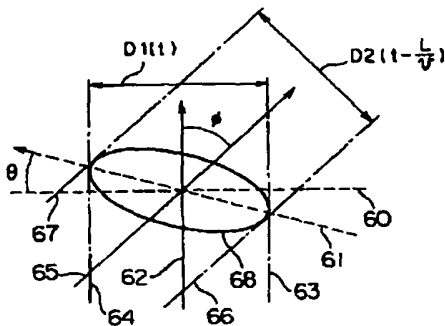
【0076】また、実施例ではガラス繊維の一つとして光ファイバを製造したが、光ファイバ以外のガラス繊維であっても実施例と同様にねじれを調節することが可能である。

【0077】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明のガラス繊維の製造方法では、ガラス繊維の製造中に求めたねじれ情報に基づいて、ガラス繊維に生じるねじれを調節しながらガラス繊維の線引を行うので、所望のガラス繊維を確実にかつ容易に製造することができる。これにより、ガラス繊維の無駄を防止することもでき、製造歩留まりを高めることができる。

【0078】また、本発明のガラス繊維の製造装置によ

【図3】



れば、線引開始時のガラス繊維のねじれが所望のものと異なっていた場合でも、制御手段がねじれ情報に基づいてねじれ付与手段を制御し、線引中にねじれを調節するので、所望のガラス繊維を確実にかつ容易に製造することができる。

【0079】本発明の製造装置のうち測定手段が第1及び第2の測定方向からガラス繊維の幅を測定するものであるものでは、ねじれ量だけでなくねじれ方向も求め、制御手段がこれらの情報に基づいてガラス繊維のねじれ調節を適確に行うので、一層確実に所望のガラス繊維を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例のガラス繊維の製造装置を示す全体構成図である。

【図2】ガラス母材10及び光ファイバの断面形状を示す図である。

【図3】光ファイバの向きと外径測定器20、22の測定方向との関係を示す図である。

【図4】光ファイバの幅の測定値（外径出力値）の時間変化を示すグラフである。

【図5】ガラス母材10の回転前と回転後においてそれぞれ線引された光ファイバの1mの長さの部分についてねじれ角度を測定した結果を示すグラフである。

【図6】光ファイバのねじれ角度をガラス母材10の回転後に測定した結果を示す図である。

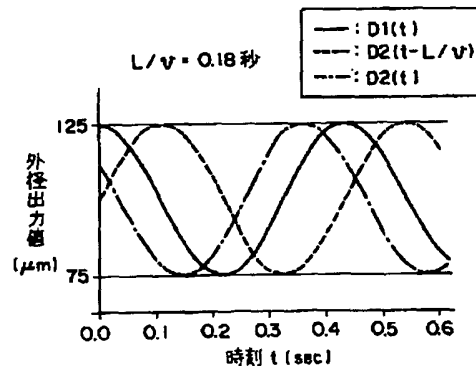
【図7】実施例2の光ファイバ製造装置を示す全体構成図である。

【図8】揺動ガイドローラ46の揺動を示す図である。

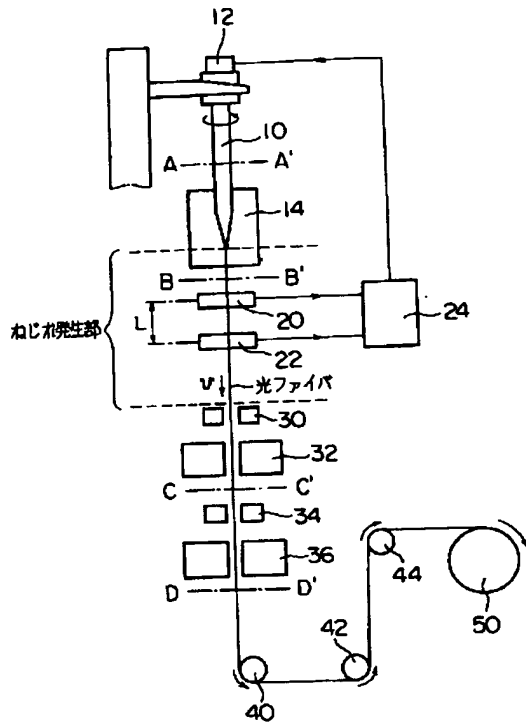
【符号の説明】

10…ガラス母材、12…モータ、14…加熱炉、20…外径測定器、22…外径測定器、24…制御装置、30及び34…コーティングダイ、32及び36…UVランプ、40、42及び44…ガイドローラ、50…巻き取りポピン。

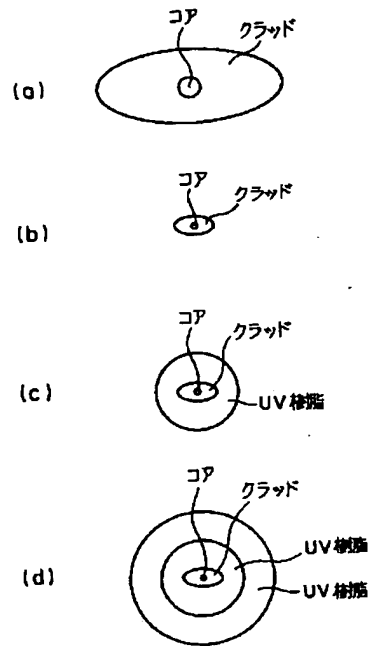
【図4】



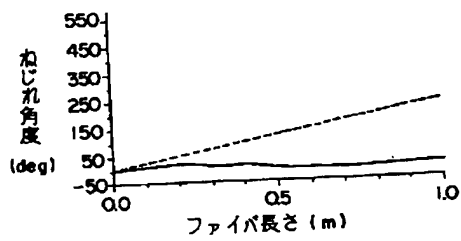
【図 1】



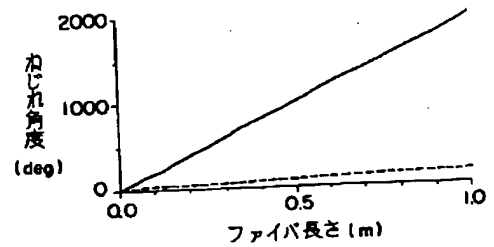
【図 2】



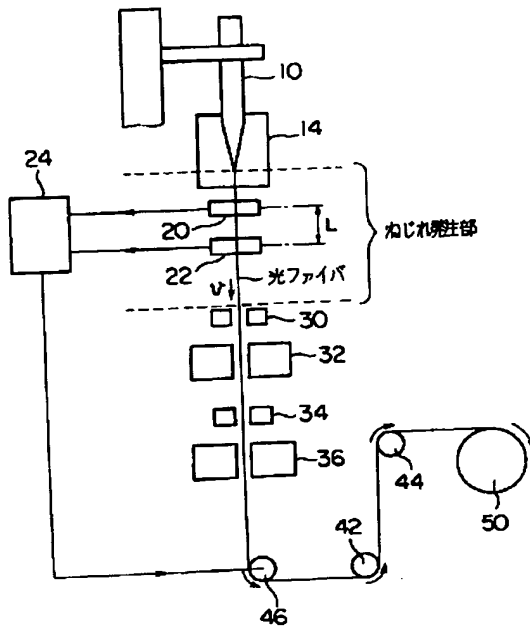
【図 5】



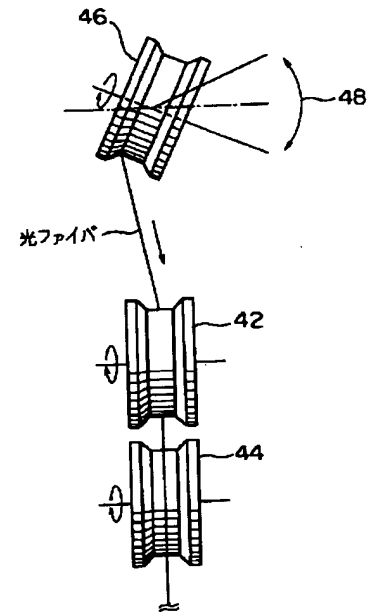
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 石黒 洋一
神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内